

IX

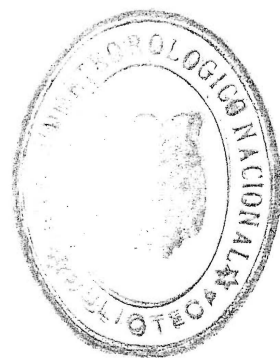
La participación de la Organización Meteorológica Mundial en los programas de asistencia técnica de las Naciones Unidas

Conferencia pronunciada en Madrid el día 27 de junio de 1962

por

D. A. DAVIES

Secretario General de la Organización Meteorológica Mundial



La participación de la Organización Meteorológica Mundial en los programas de asistencia técnica de las Naciones Unidas

EL PAPEL DE LA METEOROLOGIA EN EL DESARROLLO ECONOMICO

Permítanme empezar expresando mi reconocimiento por el honor de haber sido invitado por vuestro Director, señor de Azcárraga, a visitar Madrid, y hablar en este nuevo y magnífico Instituto Meteorológico.

La construcción de semejante edificio es una indicación manifiesta del gran interés que toma el Gobierno español, y realmente ha tomado siempre, por la Meteorología.

Es asimismo una indicación evidente de la importancia de la Meteorología y de sus muchas aplicaciones para España y su población, así como del progresivo interés del Gobierno en este terreno.

Es de verdad un placer dar una conferencia en una sala moderna tan bien equipada. Confío en que mis palabras serán dignas de tan excelentes facilidades.

He escogido como tema de mi charla "El papel de la Meteorología en el desarrollo económico". He hecho esto porque hay en todo el mundo un interés creciente sobre la necesidad de aplicar la Meteorología a muchos aspectos de los programas y actividades nacionales, si se quiere conseguir un decisivo avance del desarrollo económico. Esta comprensión de la importancia de la Meteorología se ha hecho más evidente, por supuesto, con los esfuerzos nacionales hacia el desarrollo económico hechos por muchos países nuevos y relativamente subdesarrollados, pero incluso en países más veteranos, incluyendo los más desarrollados, es evidente esta misma tendencia hacia el mayor uso de los conocimientos y prácticas meteorológicos.

Por eso, mucho de lo que yo digo puede que no sea de aplicación directa a España, pero creo que es conveniente presentar el tema como un conjunto. Además, un aspecto de las actividades internacionales actuales en el campo de la Meteorología es la asistencia técnica que están prestando los países muy desarrollados a los menos desarrollados

—principalmente, bajo los variados programas de ayuda técnica de la Organización Meteorológica Mundial— y, por tanto, es necesario para todos los países un conocimiento del aspecto general del problema.

De paso, puedo mencionar que muchos meteorólogos españoles han sido designados como expertos de la O. M. M. y han rendido valiosos servicios en muchos países, sobre todo en América Latina. En efecto, algunos están en la actualidad ocupando cargos de alta responsabilidad en las misiones de la Ayuda Técnica de la O. M. M.

La ayuda que la O. M. M. puede conceder proviene de dos importantes programas de las Naciones Unidas: el programa de expansión de Asistencia Técnica y el Fondo Especial.

Ambos programas tienen como objeto ayudar al desarrollo económico de los países beneficiarios, y por eso las actividades de la O. M. M. en este terreno proporcionan materia abundante para el tema de mi conferencia—El papel de la Meteorología en el desarrollo económico—, y daré de vez en cuando ejemplos sobre proyectos de asistencia técnica de la O. M. M. para demostrar mis puntos de vista.

Y ahora volvamos sobre mi tema:

El tiempo atmosférico y el clima afectan directa o indirectamente a casi todas las actividades humanas. Por eso, no es sorprendente encontrar que el tiempo y el clima han sido siempre fuentes de interés y estudio para el hombre. Unos trescientos años a. de J. C., ya escribió su "Meteorología" el famoso filósofo griego Aristóteles. El hecho de que la famosa Torre de los Vientos fuera construída en Atenas por los antiguos griegos, cerca de cien años a. de J. C., es otra demostración del gran interés del hombre por esta materia desde hace largo tiempo.

Sin embargo, sólo en los últimos cien años fueron realizados serios avances científicos en el estudio del tiempo. Así que la Meteorología es, en cierto sentido, una de las más antiguas ciencias geofísicas, pero en otro, una de las más jóvenes.

La principal razón de este desarrollo bastante retrasado de la Meteorología, es que, por virtud de su naturaleza, no se hicieron notables progresos hasta que se realizaron ciertos avances técnicos en otros terrenos. En primer lugar, el estudio del tiempo sobre una base de día a día no pudo empezar seriamente hasta que se desarrolló un sistema para la rápida recolección de informes meteorológicos de una amplia zona. Esto no se consiguió hasta que no se dominaron las técnicas de la telegrafía y la radio, con lo que pudo empezar lo que hoy llamamos Meteorología sinóptica. Otra razón es que los meteorólogos difícilmente pudieron empezar a estudiar la atmósfera hasta que no fué asequible el instrumental necesario para medir los diferentes elementos de la misma, especialmente, la alta atmósfera.

Ustedes todos estarán familiarizados con los enormes avances que

se han hecho en la ciencia y práctica de la Meteorología, como consecuencia del desarrollo de los radio-sondas. Este instrumento de observación convirtió la Meteorología de un estudio de dos-dimensiones a tridimensional.

El empleo del radar y de los más recientes cohetes y satélites artificiales con fines meteorológicos, es otro ejemplo. En efecto, el lanzamiento, recientemente efectuado con gran éxito, de satélites meteorológicos, indica que estamos en el umbral de una nueva era en Meteorología—pero como se dió recientemente una conferencia sobre este tema en esta sala, no quiero decir más sobre ello—.

Dije al principio que el tiempo afecta en muy distinta forma a las actividades humanas, y trataré de ello más adelante. Es interesante, sin embargo, observar que en las primitivas etapas del desarrollo de la que pudiéramos llamar moderna Meteorología, que es durante la segunda mitad del siglo XIX, el máximo esfuerzo se dirigía hacia la que llamamos Meteorología Marítima, y ha habido, en efecto, desde aquel tiempo, siempre un gran interés por este tema. La O. M. M. tiene aún como una de sus principales comisiones técnicas, una que se ocupa de la Meteorología Marítima. Es de interés histórico anotar que la primera conferencia internacional sobre Meteorología fué convocada en 1853 por oficiales de la marina de varios países, para discutir el intercambio de información meteorológica en diferentes zonas oceánicas mundiales. Debe tenerse en cuenta que en aquel tiempo se empleaban aún barcos de vela, y estos, por supuesto, dependían del tiempo en sumo grado.

Realmente, en aquellos días, un buen navegante tenía que ser por fuerza un buen meteorólogo. Más tarde, con el desarrollo de la aviación, se dió un gran impulso a la Meteorología. En los primeros tiempos de la aviación, una información meteorológica fidedigna era, literalmente, un asunto de vida o muerte. Desde aquellos primeros días, una gran parte del total esfuerzo meteorológico ha sido realizado en beneficio del Servicio Meteorológico para la aviación e incluso hoy el abastecimiento de tales servicios es una de las máximas aplicaciones de la Meteorología.

En años más recientes se reconoció, generalmente, que la ciencia meteorológica juega un papel en muchos otros campos de la actividad humana, de los cuales muchos son vitales para el desarrollo económico nacional.

Respecto al papel de la Meteorología en el desarrollo económico, el tema se puede dividir convenientemente en cinco encabezamientos generales como sigue:

- 1.º Transporte, incluyendo aviación, marina (navegación), carretera y ferrocarril.

- 2.º Agricultura.
- 3.º Explotación de recursos hidrológicos.
- 4.º Industria.
- 5.º Servicios para el público en general, y, en las observaciones que siguen, emplearé este método de subdivisión:

Transporte.—(Aviación, navegación, carretera y ferrocarril.)

Ya he hecho una breve referencia a la aviación y al gran incremento que dió a la Meteorología el desarrollo de la aviación. En los primeros tiempos la necesidad de información meteorológica era un asunto de seguridad en vuelo, mientras que hoy día, es más un asunto de operaciones económicas y confort del vuelo. Por ejemplo, el ajuste de carga y combustible teniendo en cuenta los vientos y el tiempo en ruta, es un aspecto común hoy día de las operaciones civiles aéreas. No obstante, hay aún muchos importantes problemas meteorológicos que tienen que resolverse en conexión con las puestas en servicio de aviones comerciales de propulsión a chorro y en la aportación de servicios adecuados para la aviación en base diaria. Problemas de medir y predecir las condiciones meteorológicas a altitudes elevadas en las que estas aeronaves operan, no son de fácil resolución. Las conocidas estrechas zonas de vientos de muy elevada velocidad o corrientes en chorro, son en extremo importantes para esas aeronaves. La temperatura del aire es un factor aún más crítico para máquinas de chorro que para los tipos convencionales. La turbulencia atmosférica es importante. El muy elevado consumo de combustible a bajos niveles hace esencial que el pronóstico de condiciones en el aeropuerto de destino sea exacto, etc. No quiero, sin embargo, decir nada más sobre este tema, porque el director de vuestro Servicio Meteorológico, el señor de Azcárraga, es una persona cuyo vasto conocimiento y experiencia en esta materia es reconocida bajo todos los aspectos.

En el programa de la O. M. M. de asistencia técnica hay muchos ejemplos de expertos en Meteorología aeronáutica, enviados a países en vías de desarrollo para asegurar que se facilite a las operaciones de las líneas aéreas civiles al servicio meteorológico que necesiten. En otros casos fueron enviados Meteorólogos para recibir instrucción en otros países. Un ejemplo de otra clase de ayuda facilitada en este terreno, lo constituyen las series de seminarios regionales que han sido organizados conjuntamente por la O. M. M. y la I. C. A. O. para facilitar prácticas en aviación a los predictores para que éstos estén al día en las más recientes técnicas de predicción y análisis. Dos seminarios de este tipo se celebraron recientemente en El Cairo y Chipre, y un tercero se planea para Bangkok en breve.

Volviendo de nuevo sobre la navegación se puede mencionar que, de acuerdo con procedimientos establecidos por la Organización Meteorológica Mundial, se han hecho distribuciones de información meteorológica (incluyendo notificación de borrascas, temporales, nieblas y otras situaciones peligrosas), de forma que sea aprovechable desde adecuadas estaciones costeras para toda la navegación en todos los océanos del mundo. Este es un bello y efectivo ejemplo de colaboración internacional que, en general, no es bien conocido. En España, por ejemplo, las siguientes estaciones son responsables de la emisión de información para la navegación en las zonas marítimas que rodean el país:

- Algeciras.
- Alicante.
- Barcelona.
- Bilbao.
- Cádiz.
- La Coruña.
- Madrid.
- Palma de Mallorca.
- San Sebastián.
- Santander.
- Valencia.

No sólo reciben los barcos mercantes información meteorológica en la mar, sino que éstos, a su vez, son muy importantes fuentes de esta clase de información, para lo cual, un número de barcos mercantes de los registros de todos los países del mundo han sido seleccionados para enviar partes meteorológicos a estaciones costeras apropiadas, mientras estén en alta mar. Estos barcos están equipados apropiadamente con los instrumentos meteorológicos necesarios e información sobre el código en vigor. Se han llevado a cabo igualmente experimentos en ciertos barcos mercantes haciendo observaciones de las altas capas de aire por radio-sonda, y estos ensayos pueden llegar a ser una fuente de información muy importante para el porvenir. Naturalmente, hay en el Océano Atlántico del Norte cierto número de barcos especiales meteorológicos, los cuales, por convenios internacionales entre los correspondientes países, mantienen continuamente ciertas posiciones fijas en el océano. La información obtenida de estos barcos es esencial para la seguridad de los muchos vuelos trasatlánticos que se realizan cada día. Son también utilizables para fines de navegación y salvamento, si es preciso.

Antes de dejar el tema de la navegación debemos mencionar los estudios recientemente hechos sobre las condiciones meteorológicas res-

pecto de la estiba de mercancías en barcos de carga. Esto es, las condiciones de temperatura y humedad que tienen que ser mantenidas dentro de las bodegas de los barcos cuando se transportan ciertos artículos perecederos, tales como fruta, para que la carga llegue a su destino en buenas condiciones.

Volviendo ahora sobre el transporte por carretera, en muchos países subdesarrollados no han sido aún construídas carreteras adecuadamente firmes y el empleo de carreteras de "polvo" en tiempo húmedo es frecuentemente imposible. Así, pues, los servicios meteorológicos se encuentran con que las predicciones y otros avisos que dan juegan un papel esencial en el planeamiento diario del transporte por carretera. Incluso en países muy desarrollados, en los que la nieve y el hielo pueden causar grandes dificultades en las carreteras y en muchas ciudades, se han tomado medidas especiales para que la información meteorológica necesaria sea pasada rápidamente a las autoridades responsables de mantener las carreteras abiertas al tráfico.

Respecto a los ferrocarriles, éstos, por supuesto, son generalmente capaces de operar sin mucha interferencia a causa del tiempo, aunque en algunos países la formación de hielo en los raíles altera a menudo el servicio, especialmente en aquellos casos en que han sido electrificados. La niebla espesa es, naturalmente, un motivo grave de retraso en muchos ferrocarriles.

En el proyecto y construcción de carreteras y ferrocarriles es naturalmente importante que se estudien cuidadosamente los registros climatológicos. Esto es particularmente importante para asegurar qué puentes, terraplenes, alcantarillas, se deben construir, teniendo en cuenta las lluvias copiosas y posibles inundaciones que puedan ocurrir.

Agricultura.

Quisiera ahora decir algo sobre la Meteorología en relación con la Agricultura—o agrometeorología, como a veces se le llama.

Es muy sorprendente encontrar que, pese a los muchos y formidables avances que ha realizado el hombre en los dominios tecnológicos, la producción de suficientes alimentos para alimentar una creciente población mundial es todavía uno de los problemas mundiales básicos. La situación varía, por supuesto, de un país a otro. Algunos países son bendecidos con producción agrícola en exceso sobre sus propias necesidades, mientras que otros están en posición opuesta y tienen, o que importar alimentos o alimentarse con nutrición inadecuada. El objetivo de una campaña en el mundo entero titulada "Libertad de la Campaña contra el Hambre", recientemente patrocinada por la Organización de alimentación y agricultura, y sostenida por las Naciones

Unidas, por la O. M. M. y por otras Organizaciones, es llamar la atención sobre esta situación e impulsar un incremento de la producción.

Es también bastante sorprendente encontrar que, aunque desde los tiempos más remotos se conozca el efecto del tiempo sobre el desarrollo de las plantas y el hecho de que el progreso agrícola de cualquier país dependa en gran escala de su clima, sólo en los últimos tiempos se haya intentado afanosamente aplicar los conocimientos meteorológicos a los problemas agrícolas. Ya se han realizado, sin embargo, importantes progresos y parece cierto que se prestará atención creciente a esta materia en lo sucesivo. Es, por supuesto, un tema vasto y sólo puedo tocar los puntos principales.

Uno de los más obvios caminos que tiene el meteorólogo para ayudar a la explotación de la agricultura es publicar predicciones. Estas pueden ser de varios tipos. Los pronósticos del tiempo para varios días son inapreciables para los labradores en la organización de sus operaciones inmediatas. Pronósticos de heladas, predicciones para servicios contra incendios de bosques y pronósticos para la aviación agrícola son ejemplos de aspectos muy especializados de los servicios de predicción necesarios. Así, pues, los avances en las técnicas de predicción, ya sea en el nivel muy especializado como el pronóstico de heladas en zonas restringidas, o sea, en los pronósticos más generales para varios días para regiones más amplias, todos ayudan enormemente al agricultor.

Pero no es solamente en predicción donde puede ayudar el meteorólogo—no es éste, desde luego, el aspecto más importante de la agrometeorología—. Veamos algunos otros aspectos.

En muchos países se está estudiando el clima en relación con los cultivos para decidir si, en efecto, se están cultivando las variedades idóneas o las especies más aptas de plantas—el término inspección agroclimática se emplea algunas veces para tal estudio y la O. M. M. está de hecho actualmente realizando esta inspección, en colaboración con la FAO, en el Mediterráneo Oriental. En algunos casos se han descubierto que se pueden introducir nuevos y rentables cultivos en un país que pueden producir importantes efectos sobre su desarrollo económico.

Nuevos conocimientos sobre posibilidades de riego pueden también abrir nuevos campos de desarrollo agrícola y, de esta manera, influir en la economía nacional.

Intimamente relacionados con estas actividades están los estudios sobre los micro-climas de las plantas, que están siendo realizados en varios países. Las medidas de la temperatura, humedad y flujo de aire entre las hojas de las plantas y la medida de la temperatura de la superficie de las hojas o de los frutos, han vertido mucha luz sobre muchos problemas importantes respecto al espaciamiento óptimo de las

plantas, condiciones para la maduración del fruto o las condiciones que producen frutos menos expuestos a ser dañados en el transporte.

Semejante trabajo de investigación tiene también una relación importante con la patología vegetal y la propagación de las enfermedades de las plantas. La O. M. M., por ejemplo, ha publicado una Nota Técnica sobre factores meteorológicos relacionados con el tizón de la patata y una de las primeras misiones de asistencia técnica de la Organización Meteorológica Mundial fué el envío de un experto en la materia a un país de América del Sur. Otra Nota Técnica de la Organización Meteorológica Mundial se refiere a los aspectos climatológicos del posible establecimiento del escarabajo japonés en Europa. Esta plaga causa mucho daño en cultivos de forrajes, plantas y árboles en América del Norte y, como precaución contra su extensión a Europa, han sido delimitadas áreas de la máxima idoneidad climatológica en Europa para el escarabajo.

En años recientes, los conocimientos meteorológicos han sido aplicados en ayuda de las operaciones de control de la langosta del desierto y en trabajos de investigación dirigidos a aumentar el conocimiento de las costumbres y movimientos de esta plaga de la agricultura en tantos países del mundo. Una misión de ayuda técnica de la O. M. M. en Africa ha estado estudiando este problema y, en consecuencia, la crianza y movimiento de enjambres de langosta del desierto se conocen ahora mucho mejor y las operaciones de control son, de este modo, más eficaces. Afortunadamente, España no padece esta peste, pues creo que muy excepcionalmente pueda llegar a España desde Africa del Norte.

Estudiando los problemas agrícolas, el de si el hombre puede controlar el tiempo artificialmente surge inmediatamente. En los últimos años se ha investigado mucho sobre la producción de lluvia artificial y se han obtenido muchos y variados resultados. Este es, ciertamente, un tema de tanta importancia como para que no sea ignorado en mi conferencia, pero el tiempo no me permite explayarme con detalle sobre él. Ustedes estarán todos, estoy seguro, familiarizados con las variadas sustancias que se han empleado para sembrar nubes con la finalidad de estimular la lluvia. Cristales de ioduro de plata, hielo seco (éste es anhídrido carbónico sólido), partículas higroscópicas, gotitas de agua menuda, etc., todo se ha intentado. No trataré de valorar los resultados de estos experimentos, pero la opinión más generalmente aceptada entre la mayoría de los meteorólogos responsables es que mientras, por el momento, hay indicios de que algunas técnicas eficaces pueden desarrollarse, es preciso investigar mucho más en los procesos físicos en la atmósfera antes de que se pueda dar una contestación definitiva al problema de si se han encontrado técnicas de utilidad prác-

tica. Pero éste no es el único camino por el cual las condiciones naturales pueden ser modificadas en pequeña escala. En muchos países se emplean dispositivos para proteger las plantas contra las heladas intensas. El empleo de dispositivos de calefacción es uno de ellos, y la extensión de paja sobre las plantas para protegerlas, es otro. La plantación de setos o filas de árboles para actuar como rompevientos contra vientos fríos o, en ciertos casos, para desviar del área de protección el flujo nocturno inferior de aire frío, es otro ejemplo. En algunos casos las plantas son cubiertas con coberturas plásticas transparentes que cambian notablemente el microclima de las plantas y mejoran su desarrollo.

En una mayor escala, la repoblación de bosques puede producir cambios importantes en el clima sobre extensas áreas. En algunos casos se ha encontrado que cinturones de árboles colocados a intervalos apropiados han producido una elevación de los vientos secos y de gran poder desecante, reduciendo así grandemente la pérdida de humedad del suelo. Aparte de tales efectos, la plantación de árboles, especialmente en laderas montañosas, puede tener un efecto importante en el aprovechamiento de la humedad del suelo con fines agrícolas en las zonas inferiores.

Estos ejemplos que he dado sobre aplicaciones de la agro-meteorología constituyen un resumen muy breve de las actividades que se están desarrollando en este importante terreno cada vez más en aumento.

Es alentador advertir que en los países menos desarrollados se han tenido en cuenta estos factores en sus planes de desarrollo económico. El esfuerzo que se está efectuando en agro-meteorología asegura que se obtendrán progresos continuos con los consiguientes beneficios para la producción alimenticia en muchos países. El programa de ayuda técnica de la O. M. M. muestra muchos ejemplos de expertos en agro-meteorología enviados a los países menos desarrollados. Asimismo muchos han sido enviados desde estos países para recibir enseñanza en otros. Un seminario regional en agro-meteorología tropical se celebró recientemente en América del Sur y se planean otros.

Desarrollo de recursos hidráulicos.

En los últimos años ha aumentado notablemente el interés por todos los problemas relacionados con el desarrollo de los recursos hidráulicos. Por desarrollo de recursos hidráulicos entiendo el estudio de todos los aspectos de la disponibilidad y utilización de los recursos hidráulicos para el desarrollo económico. Este incremento ha sido debido a varios factores. En muchos de los países menos desarrollados se ha puesto claramente en evidencia que sólo pueden desarrollarse con

éxito si la reserva de agua disponible es eficientemente utilizada—particularmente con fines agrícolas—. Pero, incluso en los países más intensamente desarrollados, es evidente la necesidad de un aprovechamiento más eficaz de los recursos hidráulicos, en parte para fines agrícolas y en parte también para fines industriales. La enorme cantidad de agua que se consume normalmente por las instalaciones industriales no se hace siempre a pleno rendimiento.

Este nuevo desarrollo es de interés para los meteorólogos, porque una gran parte del ciclo hidrológico implica factores meteorológicos. El ciclo hidrológico es, por supuesto, la consecuencia de acontecimientos en la atmósfera y sobre la tierra por los que el agua es tomada de la superficie de la tierra, o por evaporación de áreas oceánicas o de otras zonas acuáticas abiertas o por transpiración de las plantas, y llevada al aire como vapor de agua. Luego queda sujeto a los procesos atmosféricos normales que implican la transformación del vapor de agua en gotitas de nubes; en el siguiente estado, las gotitas de nubes se convierten en gotas de lluvia y en esta forma vuelven a caer a tierra.

Sobre la tierra, el agua de lluvia puede, o fluir a lo largo de la superficie hacia embalses, pantanos, ríos, etc., o puede penetrar en ella para ser aprovechada por las raíces de las plantas para su crecimiento o puede filtrarse más profundamente hasta alcanzar el gran depósito de agua subterránea, que, por supuesto, es el que surte de agua a pozos y fuentes.

Así, pues, muchas fases del ciclo hidrológico tienen un significado meteorológico. El proceso de la evaporación es uno, la formación de las nubes es otro, así como la de las gotas de lluvia y también es la medida de la lluvia cuando alcanza el suelo. Realmente, excepto el agua subterránea, todas las demás fases del ciclo hidrológico están directa o indirectamente relacionadas con los procesos meteorológicos.

Por eso no es sorprendente encontrar que este aumento en el interés por el desarrollo de los recursos hidráulicos haya tenido sus repercusiones en las actividades de la O. M. M., y el tercer Congreso de 1959 autorizó la creación de una nueva comisión técnica de Meteorología hidrológica.

Volvamos a las aplicaciones prácticas de este nuevo proceso. El desarrollo de los recursos hidrológicos puede afectar a la Agricultura, la ingeniería, irrigación, planes de producción de energía, etc. Si la planificación de tales programas es seria y acertada, es fundamental que se hagan cuidadosos estudios de los factores meteorológicos e hidrológicos. Puede que parezca esto una precaución innecesaria, pero el hecho es que en algunos casos se han realizado algunos programas sin los adecuados datos meteorológicos e hidrológicos. Así, hay proyectos hidro-eléctricos que se han realizado a veces sólo para descubrir

que únicamente pueden ser aplicados parcialmente debido a que la reserva de agua es menor que la prevista. Igualmente importante es en muchos países conocer la probabilidad de inundaciones, especialmente donde haya áreas extensas de tierra baja. La predicción de inundaciones en estas regiones es una función importante del Servicio Meteorológico.

La base de todos esos estudios meteorológicos e hidrológicos preliminares es, naturalmente, la lluvia, y la experiencia está demostrando que la tarea oscura y no espectacular de reunir estadísticas fidedignas de precipitaciones de una buena red de estaciones pluviométricas es de la mayor importancia en todo los países. Registros de precipitaciones fidedignas para un período largo, cuando son analizados adecuadamente por medios estadísticos y de otros tipos, proporcionan una información extremadamente valiosa para muchas actividades importantes para el progreso nacional.

Como ya he dicho, tales actividades son de gran importancia para la agricultura, especialmente donde se trate de riego. La cantidad de agua que debe suministrarse por medio del riego y el tiempo en que esto debe hacerse, afecta a muchos factores agro-meteorológicos relacionados con la transpiración del agua por las plantas, así como, por supuesto, con la disponibilidad de agua para riego.

La O. M. M. trabaja en la actualidad intensamente para facilitar asistencia técnica en este terreno. En tres países de América del Sur se aprobaron amplios proyectos del Fondo Especial para establecer redes adecuadas de estaciones hidrometeorológicas y para asegurar que los datos así obtenidos sean adecuadamente elaborados y analizados de tal forma que posibiliten la preparación de proyectos de pantanos hidroeléctricos y de riego sobre bases científicas, sólidas y reales. Expertos de España son en realidad los jefes de misión en dos de esos países, mientras otros han sido nombrados para otros puestos de responsabilidad. Muchos otros ejemplos de actividades de ayuda técnica en el terreno del desarrollo de recursos hidrológicos podrían fácilmente ofrecerse.

Aplicación de la Meteorología a la industria.

Quisiera volver ahora a una aplicación de la Meteorología que quizá no sea tan bien conocida como algunas de las otras, de las que he hablado. Me refiero al papel de la Meteorología en las industrias. Ya he hablado sobre la necesidad de un adecuado suministro de agua para la mayoría de las industrias y no voy a decir ya nada más sobre este punto.

Otro aspecto importante de la Meteorología en relación con la in-

dustria es el de la contaminación de la atmósfera. Todo el que haya vivido cerca de una ciudad industrial se dará cuenta inmediatamente de la importancia de este asunto. Muchas factorías industriales y edificios expulsan a la atmósfera una gran variedad de sustancias químicas, algunas de las cuales pueden ser dañinas para plantas y animales. Además, por otra parte, estas materias tienen frecuentemente un importante efecto sobre el mismo tiempo, particularmente en lo que respecta a la visibilidad. El fenómeno generalmente conocido como "smog", en Londres, es un buen ejemplo. Aquí, en condiciones atmosféricas estables, la combinación de las partículas procedentes de las factorías industriales con las gotitas de agua de la niebla produce condiciones, no sólo de una visibilidad extremadamente reducida durante largos períodos, sino otras que se conocen también como enormemente dañinas para aquellos que padecen de enfermedades del pulmón y vías respiratorias. Estos factores son ahora bien conocidos y se tienen en cuenta en todos los proyectos de ciudades modernas. Por supuesto son también muy importantes en la selección de lugares para aeropuertos.

El problema total de la contaminación atmosférica se ha hecho todavía más importante en los últimos años por la introducción en la atmósfera de sustancias radiactivas producidas artificialmente.

La O. M. M. ha estado estudiando este asunto durante varios años y ha publicado una importante nota técnica titulada "Los aspectos meteorológicos de la seguridad y situación de las plantas de reactores atómicos". En la ubicación de tales plantas hay que tener especial cuidado con las condiciones meteorológicas, no sólo para asegurarse de que el residuo normal de tales equipos no tenga efectos dañinos, sino también para prever escapes inesperados de sustancias altamente radiactivas a la atmósfera. Es de recordar que hace unos años hubo un accidente de este tipo en Inglaterra, en Windscale. La O. M. M. ha publicado también una Nota Técnica sobre los "Factores meteorológicos que influyen en el transporte y eliminación de residuos radiactivos".

La importancia de la Meteorología en esta cuestión proviene del hecho de que una vez que tales residuos aerotransportados han sido vertidos a la atmósfera, su subsiguiente evolución depende de las condiciones meteorológicas. Su movimiento horizontal dependerá del viento; el vertical de las corrientes verticales en la atmósfera y, por tanto, de la estabilidad o inestabilidad del aire. En condiciones estables, a menudo asociadas con inversiones, las partículas tenderán a quedar bajo la inversión y se acumularán. En condiciones inestables las partículas se difundirán rápidamente hacia arriba.

Si se produce precipitación, naturalmente ésta tenderá a lavar di-

chas sustancias de la atmósfera y es por esto por lo que la medida de la radiactividad del agua de lluvia constituye actualmente una de las prácticas habituales de medida de la radiactividad de la atmósfera.

Dentro del capítulo de las aplicaciones de la Meteorología a la industria, deben ser citadas dos fuentes convencionales de energía—el viento y la radiación solar.

La energía cinética de la atmósfera en cualquier tiempo es, desde luego, enorme y el aprovechamiento de una fracción de esta energía sería suficiente para cubrir todas las necesidades del hombre en energía.

Desgraciadamente no es fácil transformar esta energía en una forma en la que pueda ser útilmente aprovechada. Se han empleado, naturalmente, molinos de viento durante muchos siglos, principalmente por transformaciones mecánicas directas, tales como haciendo girar unas piedras, para moler trigo y hacer harina. En algunos lugares también se utilizaron los molinos de viento para mover los elementos mecánicos de las bombas hidráulicas.

La limitación de tales sistemas es que la energía sólo puede ser aprovechada en el lugar en cuestión. Se han obtenido resultados prometedores y la obra va progresando. Se han hecho muchos esfuerzos en los últimos años poniendo en marcha molinos de viento para generar electricidad que luego puede ser fácilmente transportada a otros lugares para su aprovechamiento. Sobre esta materia se han realizado en España trabajos apreciables y el Sr. Azcárraga es bien conocido como experto en este terreno.

Dentro del programa de asistencia técnica de la O. M. M. se han enviado expertos a varios países para informar sobre la posibilidad de utilización de esta fuente de energía. En algunos casos los resultados son prometedores.

Respecto a la energía solar también se han hecho aquí efectivos progresos, pero las técnicas desarrolladas hasta ahora son más bien para uso doméstico que para fines industriales.

Servicios para el público en general.

Y ahora llego a la última de mis principales divisiones de las aplicaciones de la Meteorología: los servicios para el público en general. El meteorólogo es, en muchos casos, un científico singular. Día tras día, sea la situación meteorológica fácil o difícil, tenga o no los datos adecuados sobre su mapa sinóptico, está obligado a hacer deducciones científicas y, por tanto, pronósticos para el público, cubriendo a menudo amplias áreas del país de que se trate. Se le exige, además, expresar su predicción en pocas líneas en un periódico, o en unos pocos minutos en la radio o en la televisión. Figúrense las dificultades de describir

de este modo incluso el tiempo conocido del día actual y, sin embargo, prácticamente todo el mundo sabrá si su predicción es buena o mala. Añádase a esto el hecho de que mucha de la gente que conoce este servicio de predicción al público, no tiene idea de las otras muchas aplicaciones de la Meteorología al desarrollo económico que ya he descrito. También parece ser una característica del “hombre de la calle” acordarse de una predicción errónea (que puede haber sido motivada por el hecho de que en tal localidad exista, por ejemplo, algún efecto topográfico especial) y olvidar las cincuenta acertadas.

Esto muestra algunas de las dificultades que se presentan para ofrecer al público en general un buen servicio de predicción. Pero, sin duda, se ha progresado y confío en que en los últimos años se haya comprendido y apreciado mejor el servicio que se proporciona al público en general.

Hasta ahora he estado hablando de aquellos países en los que los pronósticos para el público son más bien asunto de conveniencia personal que de gran importancia. Hay, por supuesto, algunas partes del mundo en las que el servicio para el público tiene mucha más importancia.

En aquellas regiones en que ocurren huracanes o tifones se han tomado, en la mayor parte de los casos, medidas adecuadas para advertir al público tales tormentas. En los Estados Unidos, por ejemplo, se ha desarrollado un sistema extremadamente eficaz y completo para detectar huracanes por medio de técnicas de radar y por reconocimiento con aviones. Los avisos dados en los últimos años han salvado, sin duda, muchas vidas y evitado mayores daños. Tan importante es este servicio para el público que los dos satélites meteorológicos “Tiros” han sido lanzados a horas o tiempos específicos y en órbitas concretas para dar información sobre formación y movimiento de huracanes. Hay un ejemplo en el que la existencia de un huracán fué detectada a la altura de las Islas de Cabo Verde dos días antes de su descubrimiento por otros medios.

En la mayoría de los países del mundo ocurren peligrosos fenómenos meteorológicos—quizá no tan frecuentemente ni de forma tan espectacular como los huracanes que afectan a los Estados Unidos—pero no menos capaces de producir grandes pérdidas de vidas humanas y materiales, si no está organizado un adecuado sistema de avisos. A veces, un Servicio Meteorológico de este tipo puede servir de instrumento para evitar daños, cuyo valor monetario puede representar varias veces el gasto que él ocasiona a la nación.

Hay, naturalmente, muchos otros casos en los que los avisos meteorológicos pueden ser de gran valor para el público en general.

He hablado tanto tiempo, que temo estar abusando de la paciencia

de ustedes. Permítanme terminar repitiendo lo que dije al principio. El tema que he elegido—"El papel de la Meteorología en el desarrollo económico"—es vasto, y es que se le reconoce cada vez más la importancia que tiene. No me ha sido posible más que tocar muy brevemente los principales aspectos del tema, pero como dije, creo que era preferible, dadas las circunstancias, hacer una especie de "tour d'horizon" con este importante tema a desviarlo a una charla altamente especializada sobre uno o dos aspectos del problema.

Considero un gran privilegio el haber podido dirigirme a ustedes en su nuevo Instituto, cuyas instalaciones son verdaderamente magníficas. Es un gran placer estar con ustedes.

Por último he de decir que si desean hacerme algunas preguntas haré lo posible por contestarles.